

**Nitrogén műtrágyák talajban végbemenő  
változásainak vizsgálata  
I. Bremner néhány módszerének  
alkalmazása hazai talajokra**

VARGA GYULA és LATKOVICS GYÖRGYENÉ

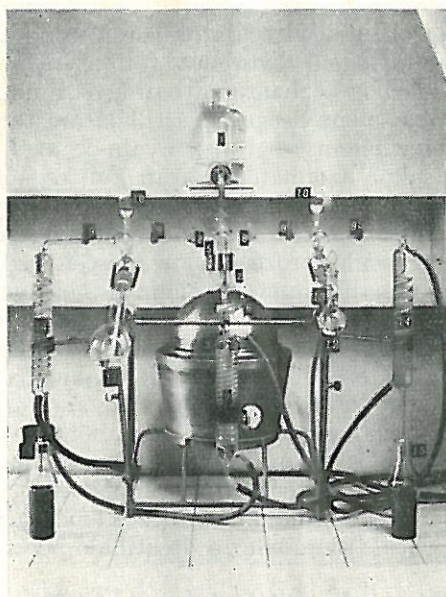
*MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest*

A talajtani és agrokémiai vizsgálatok során mind a talajminták, mind a növényminták összes nitrogén tartalmát többnyire KJELDAHL módszerrel határozzuk meg és a jelenleg közhasználatban levő ammónia desztilláló berendezéseket ilyen ammónia mennyiségek desztillálására tervezték. A talajokban levő nitrogén vegyületek mennyiségi viszonyainak, azok átalakulási folyamatainak tanulmányozásakor azonban gyakran kell csekély ammónia mennyiségeket is meghatároznunk, amely szükségessé teszi, hogy az analízis kivitelezésénél fokozott figyelmet fordítsunk mindazon tényezőkre, amelyek a mikroammónia mennyiségek meghatározásakor a mérési eredményeket befolyásolhatják. A ppm nagyságrendű ammónia mennyiségek meghatározásánál a legfőbb feladat az, hogy a mérendő minták ammóniával történő elszennyeződésének a lehetőségét kizárjuk, vagy azt minimálisra csökkentjük. Ezt BREMNER szerint [1] elérhetjük, ha: az egyes módszerek által előírt műveletekhez lehetőleg ammónia mentes vegyszereket alkalmazunk; az ammónia desztillálásához szükséges vízgőzt ammónia mentes desztillált vízből fejlesztjük; kizárjuk annak a lehetőségét, hogy a vizsgálandó minta a levegő ammónia tartalmával szennyeződjék; a desztilláló berendezés tervezésénél fokozott figyelmet fordítunk arra, hogy a desztillálás alatt a desztilláló berendezés lehetőleg minimális ammóniát kössön meg; az adszorbeált ammóniát a desztilláló berendezésből kvantitativ el tudjuk távolítani.

Az 1. ábrán látható desztilláló berendezést Bremner ismertetett elvei szerint építettük meg.

A desztilláló berendezést — beleértve a vízgőz fejlesztésére szolgáló kazánt is — üvegből készítettük. Az utántöltésre szolgáló desztillált vizet egy üvegcsappal ellátott edényben 1 tároljuk. A vízgőz fejlesztésére szolgáló kazán 2 egy öt liter űrtartalmú normál üvegcsiszolattal és gőzkivezető csővel ellátott gömblombik, melybe a desztillált vízben levő ammónia nyomok lekötésére koncentrált kénsavat és a víz egyenletes forrásának biztosítására üveggyöngyöket adtunk. A desztillált víz szintjét a gömblombikban elhelyezett szintjelző jelzi. A lombik felső része aszbesztzsinórból készített hőszigetelő köpennyel van burkolva, alsó része pedig megfelelő fűtőköpennyel 3 van körülvéve. A vízgőz fejlesztésére egy változtatható 4, maximálisan 1,2 kwatt/óra teljesítményű fűtőtest szolgál, mellyel a BREMNER módszerei által megkívánt 7—8 ml desztillátum/perc desztillálási sebesség elérhető [4]. A gömblombikban fejlesztett vízgőz a gőzelosztó egységből 5 két csapon át 8 jut a KJELDAHL-lombikokba 11, 12 vagy egy másik csapon 6 és egy hűtőn 7 át a lefolyóba. A desztilláláshoz szükséges lúg adagolására csiszolt végű üvegbottal zárható edények 10 szolgálnak. Az egyik üvegcsiszolattal ellátott Kjeldahl-lombik 11 egyenyakú és űrtartalma 250 ml. A másik üvegcsiszolattal ellátott 100 ml

űrtartalomú KJELDAHL-lombik 12 egy csiszolt üveg dugóval ellátott melléknyakkal 13 is rendelkezik. Ezt a kétnyakú lombikot a frakcionált desztillálásoknál használjuk, mely során a vizsgálandó mintában levő nitrogént közvetlenül a desztilláló berendezéshez kapcsolt KJELDAHL-lombikban alakítjuk át  $\text{NH}_4\text{—N}$ -é. Nagy hatásfokú hűtők 14 biztosítják, hogy a desztillátum hőmérséklete ne legyen  $22^\circ\text{C}$ -nál nagyobb. A 35, ill. 65 ml-es térfogatoknál bejelölt edények 15 a desztillátum felfogására szolgálnak. A desztilláló berendezéshez még egy-egy 50 ml térfogatú normál üvegcsiszolattal ellátott lombik is tartozik, melyet a  $^{15}\text{N}$ -tartalmú ammónia nyomok eltávolítása céljából végzett alkoholos desztillálásnál használunk. A desztilláló berendezés egyes részei egyrészt üvegcsiszolatokkal kapcsolhatók össze, melyeket spirál rugók rögzítenek, másrészt síkcsiszolatokkal 9, melyeket rugós csipeszek tartanak össze. A síkcsiszolatok között 2 mm vastag szilikon-gumi lemezek biztosítják a légzáró és hőálló tömítést és a rugalmas csatlakozást. A desztilláló berendezés olyan fogókkal van az állványra szerelve, melyek lehetővé teszik, hogy az egyes elemeket az állványhoz viszonyítva a kívánt magasságban, távolságban és szögben rögzítsük. Tapasztalataink szerint a desztilláló berendezés  $\frac{3}{4}$  óra alatt üzemkész állapotba helyezhető és nyolc órán át tartó desztillálás alatt mindössze egyszer kell az elfogyott desztillált vizet pótolni.



1. ábra

Ammónia desztilláló berendezés

Az ismertetett elv szerint készített desztilláló berendezésből az adszorbeált  $^{15}\text{N}$  tartalmú ammónia nyomok eltávolítására BREMNER etilalkohol át-desztillálását javasolja [1]. Vizsgálatai szerint ezzel a módszerrel a desztillálandó minták elszennyeződése elkerülhető, ha azok  $^{15}\text{N}$  tartalmában 15-szörösnél nagyobb különbségek nincsenek. Mivel ez ideig a mi desztillálandó mintáink  $^{15}\text{N}$  tartalmában esetenként is legfeljebb csak 10-szeres különbségek mutatkoztak, ezért BREMNER ez irányú eljárását további vizsgálatok nélkül elfogadjuk és alkalmazzuk.

A desztilláló berendezés kipróbálása és a kapott eredmények értékelése szempontjából azonban szükségessé vált olyan irányú vizsgálatok elvégzése,

melyek alapján megállapítható, hogy ppm nagyságrendű ammónia mennyiségek milyen %-os arányban nyerhetők vissza, annál is inkább, mivel BREMNER hasonló jellegű adatai 1000 ppm, vagy e fölötti nitrogén mennyiségekre vonatkoznak. Vizsgáltuk a BREMNER által javasolt ammónia meghatározási eljárás pontosságát is a 150 ppm N alatti tartományban, mivel erre vonatkozó adatokat BREMNER idézett munkáiban nem találtunk és a jövőbeni munkáink során várhatóan elsősorban ilyen csekély nitrogén mennyiségeket kell majd meghatározunk. Vizsgálataink során a módszereket változtatás nélkül alkalmaztuk és a szükséges reagenseket a hivatkozott munkákban található előírásoknak megfelelően készítettük.

1. táblázat

Az ismertett desztilláló berendezés és Bremner ammónia meghatározási eljárása [1] megbízhatóságának ellenőrzése

(1) A bemért $\text{NH}_4\text{-N}$ mennyisége ppm $\mu$	(2) A mérési adatok középértéke ppm $\bar{x}$	(3) Az alapadatok szórása $s$	(4) Az alapadatok százalékos szórása $s\%$	(5) A középérték hibája $s_{\bar{x}}$	$t^+$	$t_p = 5\%$
10	11,02	0,90	8,20	0,40	2,55	2,78
20	20,86	1,52	7,30	0,68	1,26	
40	40,32	1,36	3,40	0,60	0,53	
75	74,64	1,43	1,90	0,65	0,56	
150	149,80	1,21	0,80	0,54	0,37	

$$t^+ = \frac{\bar{x} - \mu}{s_{\bar{x}}}$$

Az  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  standard oldatból 5 ismétlésben 0, 10, 20, 40, 75 és 150 ppm  $\text{NH}_4\text{-N}$ -nek megfelelő oldatmennyiségeket mértünk be, melyeket desztillált vízzel 20 ml-re egészítettünk ki. A desztillálendő mintákhoz 0,2 g  $\text{MgO}$ -ot adtunk és elvégeztük az előírt desztillálást, ill. a desztillátum ammónia tartalmának meghatározását. Az elemzések eredményeit, továbbá az adatok szórását az 1. táblázatban összesítettük. Az adatokból ( $\bar{x}$ ,  $s$ ,  $s\%$ ,  $s_{\bar{x}}$ ) megállapítható, hogy az ajánlott ammónia meghatározási módszerrel még abban az esetben is kielégítő eredmények nyerhetők, ha a meghatározandó  $\text{NH}_4\text{-N}$  mennyisége mindössze 10 ppm. A táblázatban közölt  $t$ -értékek pedig igazolják, hogy a desztilláláshoz bemért ammónium-N mennyisége ( $\mu$ ) és a desztillátumban mért ammónium nitrogén mennyisége ( $\bar{x}$ ) a módszer hibahatárain belül egyezik, számértékeik között a vizsgált  $P = 5\%$  valószínűségi szinten valódi különbségek nincsenek. Desztilláló berendezésünk tehát mikro mennyiségű ammónia desztillálására alkalmas.

A következő szemleleckünkben [4] ismertett BREMNER-féle módszerek közül jövőbeni munkáink során elsősorban a talajok nitrogén tartalmának meghatározására szolgáló  $\text{K}_2\text{SO}_4$ -os eljárást [3], ill. a 2M  $\text{KCl}$ -al kivonható  $\text{NH}_4\text{-N}$  meghatározására javasolt extrakciós-desztillációs eljárást [2] kívánjuk alkalmazni. Kísérleteink megkezdése előtt ezeket a módszereket tíz különféle talajon kipróbáltuk. A módszerek alkalmazási körülményeivel kapcsolatban olyan kérdést is megvizsgáltunk, melyre vonatkozóan BREMNER nem közölt elegendő adatot. A módszerek kipróbálása során azok kivitelezését és



a szükséges reagensek készítését a hivatkozott munkákban található előírások szerint végeztük.

A  $K_2SO_4$ -os módszerre vonatkozóan BREMNER minden megállapításával egyetértünk és módszerét elfogadjuk, melynek különösen az  $^{15}N$  indikációval folytatott kutatások esetén van nagy jelentősége. Eljárását alkalmazva ugyanis az  $^{15}N$  analízishez nem kell a mintákat előzetesen ledesztillálnunk és a desztillátumokat koncentrálnunk. Ezzel természetesen csökken a minták elszennyeződésének a lehetősége is. Javasolt eljárása reprodukálhatóságának vizsgálatával amellet, hogy annak alkalmazhatóságát hazai talajainkon bemutatjuk, BREMNER adatait is szeretnénk kiegészíteni. Vizsgálatainkhoz 10 különféle légszáraz talajmintát alkalmaztunk és a meghatározásokat 5 független bemérésből végeztük. Az egyes talajokra kapott ismétlések középértékei ( $\bar{x}$ ), az adatok szórása ( $s$ ), ill. annak %-os értéke ( $s\%$ ), valamint a középérték hibája ( $s_{\bar{x}}$ ) a 2. táblázatban található.

2. táblázat

Bremner  $K_2SO_4$ -os módszerének [3] reprodukálhatósága különféle talajokon

(1) Talajminták megnevezése	(2) A mérési adatok középértéke összes N mg/100 g talaj $\bar{x}$	(3) Az alapadatok szórása $s$	(4) Az alapadatok százalékos szórása $s\%$	(5) A közép- érték hibája $s_{\bar{x}}$
1. Örszentmiklós (meszes homok)	54,3	5,4	9,9	2,4
2. Öreglak (homokos barna erdőtalaj)	97,4	3,4	3,4	1,5
3. Nagykálló (homokos barna erdőtalaj)	93,0	3,9	4,2	1,7
4. Karácsond (barna erdőtalaj)	148,5	3,1	2,1	1,4
5. Pesthidegkút (barna erdőtalaj)	92,7	1,0	1,1	0,4
6. Klementina-major (csernozjom barna erdőtalaj)	178,0	3,2	1,8	1,4
7. Mezőnagymihály (réti csernozjom)	183,1	1,1	0,6	0,5
8. Apaj (szoloncsákos kérges réti szolonyec)	417,0	6,5	1,6	2,9
9. Kunszentmiklós (szoloncsákos szolonyec)	100,4	1,7	1,7	0,8
10. Palotás (szologyos szolonyec)	225,9	1,1	0,5	0,5

A homok, illetve homokos barna erdőtalajokat kivéve a hét különböző szélsőséges talajtípusokra vonatkozó adataink alapján meggyőződhetünk arról, hogy a vizsgált talajtípusokon a  $K_2SO_4$ -os módszer jól reprodukálható értékeket szolgáltat.

A homokos barna erdőtalajon, de különösen a meszes homokon kapott eredményeink szerint a durvább szemcseösszetételű, kis N-tartalmú talajokon az eljárás reprodukálhatósága rosszabb, melyet a későbbiekben az egyes talajtípusokkal végzett kísérleteink során újból megvizsgálunk, ill. szükség esetén más módszerrel összehasonlítunk, vagy a javasolt eljárást módosítjuk.

A talajok 2M KCl-al kivonható  $NH_4$ -N-jének meghatározására BREMNER javasolt módszerei [4] közül mi a céljainknak megfelelőbb extrakciós-desztillációs módszert választottuk és kísérleteinkben alkalmazzuk. BREMNER-nek e módszer kidolgozása során kifejtett véleményével egyetértünk és meg-

állapításait elfogadjuk. Megjegyezzük azonban, hogy helyesebb lenne az e módszerrel mért  $\text{NH}_4\text{-N}$  mennyiséget „kicsérélhető” helyett 2M KCl-al kivonhatónak nevezni, hiszen a mért mennyiség fizikai-kémiai értelemben nem definiált.

BREMNER idézett közleményében a légszáraz és a természetes nedvesség-állapotú talajok 2M KCl-al kivonható  $\text{NH}_4\text{-N}$  tartalmára vonatkozóan mindössze egyetlen adatot találtunk. Ezért szükségesnek tartottuk megvizsgálni a 2 mm alatti szemcsefinomságú, vízkapacitásnyi vizet tartalmazó talajok és a légszáraz talajok 2M KCl-al kivonható  $\text{NH}_4\text{-N}$  tartalmát.

Vizsgálatainkhoz a már ismertetett talajok légszáraz mintái mellett ugyanazon talajok nedvesített mintáiból is meghatároztuk a 2M KCl-al kivonható  $\text{NH}_4\text{-N}$  mennyiségét 3—3 független bemérésből. A vizsgálatokhoz a légszáraz talajmintákat kb. a víztartó kapacitásnak megfelelő nedvességállapottúra nedvesítettük, majd a nedvesítés megkezdését követő azonos időpontban (48 óra múlva) meghatároztuk azok  $\text{NH}_4\text{-N}$  tartalmát. Az eredményeket a 3.

### 3. táblázat

**Bremner KCl-os extrakciós-desztillációs módszerének [2]  
reprodukálhatósága és a nedvesítés hatása a talajok ammónium-N tartalmára**

(1) Talajminta száma	(2) A mérési adatok közép- értéke* ppm $\text{NH}_4\text{-N}$		(3) Az alapadatok szórása*		(4) Az alapadatok százalékos szórása*		(5) A középérték hibája*		(6) D ppm $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$
	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$s_1$	$s_2$	$s_1\%$	$s_2\%$	$s_{\bar{x}_1}$	$s_{\bar{x}_2}$	
1.	17,07	17,97	0,91	1,07	5,27	5,95	0,64	0,75	— 0,90
2.	32,90	40,87	0,70	0,52	2,13	1,26	0,49	0,36	— 7,97***
3.	34,07	37,60	1,07	0,72	3,14	1,91	0,75	0,51	— 3,53**
4.	26,50	32,13	0,56	0,81	2,10	2,51	0,39	0,57	— 5,63**
5.	30,45	31,78	1,21	2,54	3,97	7,99	0,85	1,79	— 1,33
6.	30,80	30,10	1,21	0,35	3,92	1,18	0,85	0,25	+ 0,70
7.	42,73	39,37	0,91	0,51	2,10	1,30	0,64	0,36	+ 3,36*
8.	29,70	75,53	0,51	1,07	1,73	1,42	0,36	0,75	— 45,83***
9.	43,90	72,83	0,56	1,54	1,27	2,11	0,39	1,08	— 28,93***
10.	68,26	75,73	0,95	2,01	1,39	2,65	0,67	1,48	— 7,47**

\* Az 1-es index a légszáraz, a 2-es index a nedvesített talajokra vonatkozik.

\*\*  $P = 5\%$ -os szinten szignifikáns különbség

\*\*\*  $P = 1\%$ -os szinten szignifikáns különbség

\*\*\*\*  $P = 0,1\%$ -os szinten szignifikáns különbség

táblázatban összesítettük. A táblázat adatai megerősítik BREMNER azon megállapítását, hogy az eljárás a légszáraz és a nedvesített talajokon egyaránt jól reprodukálható értékeket szolgáltat. (BREMNER a 3. táblázatban feltüntetett  $\text{NH}_4\text{-N}$  mennyiségekkel azonos mennyiségek mérésénél 1,0—1,6 között változó  $s$ -értékeket kapott.) A táblázat adatai szerint az általunk vizsgált talajtípusoknál a légszáraz és a nedvesített mintákra eltérő  $\text{NH}_4\text{-N}$  értékeket kaptunk. Az egyes talajokra kapott adatok középértékei ( $\bar{x}_1$ ,  $\bar{x}_2$ ) közötti különbségek az 1 ; 5 és 6 talajok esetén nem valódi különbségek, míg a hét talajtípuson szignifikánsak. Az eredményekből úgy tűnik, hogy a nedvesítés hatására elsősorban a 8 és 9 szikes talajok extrahálható  $\text{NH}_4\text{-N}$ -tartalma növekszik feltűnő módon, azonban megbízható, bár számszerűleg kisebb növekedés a 2, 3 és 4 homokos barna erdőtalajoknál is megfigyelhető. Adatainkból tehát arra lehet

következtetni, hogy a természetes nedvességállapotú és a légszáraz talajok 2M KCl-al kivonható  $\text{NH}_4\text{-N}$  tartalmában is különbségekkel kell számolnunk. E jelenség okának tanulmányozására további vizsgálatokat végzünk.

### Összefoglalás

BREMNER elve szerint készített mikro-mennyiségű  $^{15}\text{N}$ -tartalmú ammónia desztillálására is alkalmas desztilláló berendezést ismertettünk. A BREMNER által javasolt ammónia meghatározási eljárás pontosságára a 10–150 ppm  $\text{NH}_4\text{-N}$  tartományban adatokat közlünk. Tíz különféle talajon vizsgálva a BREMNER-féle  $\text{K}_2\text{SO}_4$ -os összes nitrogént meghatározó módszert, valamint a 2M KCl-al kivonható  $\text{NH}_4\text{-N}$ -t mérő extrakciós-desztillációs eljárást, kimutatjuk, hogy egy-két kivételtől eltekintve a vizsgált talajokon mindkét eljárás jól reprodukálható értékeket szolgáltat. A légszáraz és a nedvesített talajminták 2M KCl-al extrahálható  $\text{NH}_4\text{-N}$  tartalma a vizsgált talajok közül csupán három talajnál volt azonos, a többi talajnál szignifikánsan változott.

### Irodalom

- [1] BREMNER, J. M. & EDWARDS, A. P.: Determination and Isotope-Ratio Analysis of Different Forms of Nitrogen in Soils: 1. Apparatus and Procedure for Distillation and Determination of Ammonium. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **29**. 504–507. 1965.
- [2] BREMNER, J. M. & KEENEY, D. R.: Determination and Isotope-Ratio Analysis of Different Forms of Nitrogen in Soils: 3. Exchangeable Ammonium, Nitrate and Nitrite by Extraction-Distillation Methods. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **30**. 577–582. 1966.
- [3] CHENG, H. H. & BREMNER, J. M.: Determination and Isotope-Ratio Analysis of Different Forms of Nitrogen in Soils: 2. A Simplified Procedure for Isotope-Ratio Analysis of Soil Nitrogen. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **30**. 450–453. 1966.
- [4] VARGA, GY.: A talajokban előforduló különböző nitrogén vegyületek elemzése Bremner szerint. Agrokémia és Talajtan. **18**. 479–484. 1969.

Érkezett: 1969. szeptember 26.

## Examination of Changes to Which Nitrogen Fertilizers Undergo in the Soil

### I. Application of some Methods of Bremner to Hungarian Soils

GY. VARGA and I. LATKOVICS

Research Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

#### Summary

The paper contains the description of a distilling apparatus made on Bremner's principle that is also suitable for the distillation of a micro-quantity of ammonia containing  $^{15}\text{N}$ . We present data in the range of 10 to 150 ppm  $\text{NH}_4\text{-N}$  concerning the accuracy of the ammonia determination method suggested by Bremner. Bremner's method using  $\text{K}_2\text{SO}_4$  and determining the total nitrogen content as well as the extraction-distillation process measuring the  $\text{NH}_4\text{-N}$  extractable with 2M KCl were examined with ten different soils. It is demonstrated that apart from a few exceptions both methods yielded, in the examined soils, well reproducible values. The  $\text{NH}_4\text{-N}$  content of the air dry and moistened

soil samples extractable with 2M KCl was similar only in three soils while in the others it was significantly different.

*Fig. 1.* Ammonia distilling apparatus

*Table 1.* Checking of the accuracy of the distilling apparatus in question and Bremner's method for the determination of ammonia [1]. (1) Weighed-in quantity of  $\text{NH}_4\text{-N}$  ppm;  $\mu$ , (2) Mean value of measuring data ppm  $\bar{x}$ , (3) Scattering of basic data s, (4) Percentage scattering of basic data s%, (5) Error of mean value  $s_{\bar{x}}$ .

*Table 2.* Reproducibility of Bremner's  $\text{K}_2\text{SO}_4$  method (3) in various soils. (1) Description of soil samples: 1. Calcareous sand, 2. Sandy brown forest soil, 3. Sandy brown forest soil, 4. Brown forest soil, 5. Brown forest soil, 6. Chernozem brown forest soil, 7. Meadow chernozem, 8. Solonchakized meadow solonetz soil, 9. Solonchakized solonetz soil, 10. Solothized solonetz soil. (2) Mean value of measuring data, total N mg/100 g of soil,  $\bar{x}$ . (3) Scattering of basic data, s. (4) Percentage scattering of basic data, s%. (5) Error of mean value  $s_{\bar{x}}$ .

*Table 3.* Reproducibility of Bremner's KCl extraction-distillation method (2) and the effect of moistening on the ammonium-N content of soils. (1) Soil sample No.: 1. Calcareous sand, 2. Sandy brown forest soil, 3. Sandy brown forest soil, 4. Brown forest soil, 5. Brown forest soil, 6. Chernozem brown forest soil, 7. Meadow chernozem, 8. Solonchakized meadow solonetz soil, 9. Solonchakized solonetz soil, (10) Solothized solonetz soil. (2) Mean value of measuring data, ppm  $\text{NH}_4\text{-N}$ . (3) Scattering of basic data. (4) Percentage scattering of basic data. (5) Error of mean value. \*Index 1 concerns the air dry and index 2 the moistened soils samples, respectively. (6)  $\text{Dppm-}\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ . \* At the level  $P = 5\%$ , significant difference. \*\* At the level  $P = 1\%$ , significant difference. \*\*\* At the level  $P = 0.1\%$ , significant difference.

## Untersuchung des Schicksals von N-Düngemitteln im Boden I. Anwendung einiger von J. M. Bremner ausgearbeiteten Methoden in der Untersuchung von ungarischen Böden

GY. VARGA und I. LATKOVICS

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften,  
Budapest

### Zusammenfassung

Ein, nach dem Prinzip von Bremner konstruierter Destillationsapparat, geeignet auch für die Bestimmung von Mikromengen mit  $^{15}\text{N}$  markierten Ammoniak wird beschrieben. Destillationswerte im Bereich von 10—150 ppm  $\text{NH}_4\text{-N}$  sind dargeboten. Abgesehen von einigen Ausnahmefällen erlangen wir bei Untersuchung von 10 verschiedenen Böden sowohl für den gesamten (d. h. in Anwesenheit von  $\text{K}_2\text{SO}_4$  durch cc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  aufgeschlossenen), sowie für den mit 2 M KCl auslösbaren Stickstoffgehalt den Vorschriften Bremners folgend gut reproduzierbare Werte. Der mit 2 M KCl auslösbare  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalt war — abgesehen von 3 Fällen — in den lufttrockenen bzw. benätzten Bodenproben signifikant verschieden.

*Abb. 1.* Destillationsapparat zur Ammoniakbestimmung.

*Tab. 1.* Kontrolle der Zuverlässigkeit des Destillationsapparates und der Bremner'schen [1] Ammoniakbestimmungsmethode. (1)  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Einwaage in ppm;  $\mu$ . (2) Mittelwerte der Messergebnisse,  $\bar{x}$ . (3) Streuung der Messwerte, s. (4) s% der Messwerte. (5) Fehler des Mittelwertes,  $s_{\bar{x}}$ .

*Tab. 2.* Reproduzierbarkeit der Gesamtstickstoffgehalte bestimmt nach Bremner nach einem Aufschluss mit cc  $\text{H}_2\text{SO}_4$  in Anwesenheit von  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , bei verschiedenen Böden. (1) Bodenarten: 1. Kalkhaltiger Sand, 2. Sandiger brauner Waldboden, 3. Sandiger brauner Waldboden, 4. Brauner Waldboden, 5. Brauner Waldboden, 6. Tschernosjem brauner Waldboden, 7. Wiesentschernosjem, 8. Verkrusteter Solontschak-Wiesensolonetz, 9. Solontschak-Solonetz, 10. Solodjartiger Solonetz. (2) Mittelwert der Messergebnisse, gesamter N mg/100 g Boden,  $\bar{x}$ . (3) Streuung der Messwerte, s. (4) s% der Messwerte. (5) Fehler des Mittelwertes,  $s_{\bar{x}}$ .

*Tab. 3.* Reproduzierbarkeit der Bremner'schen Extraktions-Destillationsmethode mit KCl, sowie Wirkung der Benätzung auf den  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalt der Böden. (1) Nummer

der Bodenprobe: 1. Kalkhaltiger Sand. 2. Sandiger brauner Waldboden. 3. Sandiger brauner Waldboden. 4. Brauner Waldboden. 5. Brauner Waldboden. 6. Tschernosjem brauner Waldboden. 7. Wiesentschernosjem. 8. Verkrusteter Solontschak-Wiesensolonetz. 9. Solontschak-Solonetz. 10. Solodjartiger Solonetz. (2) Mittelwert der Messwerte, ppm  $\text{NH}_4\text{-N}$ . (3) Streuung der Messwerte. (4) s% der Messwerte. (5) Fehler des Mittelwertes. +Der Index 1 bezieht sich auf lufttrockenen, der Index 2 auf benetzten Boden. (6) P\*: G.D. bei  $P = 5\%$  Wahrscheinlichkeit. P\*\*: G.D. bei  $P = 1\%$  Wahrscheinlichkeit. P\*\*\*: G.D. bei  $P = 0,1\%$  Wahrscheinlichkeit.

## Изучение изменений азотных минеральных удобрений, происходящих в почве

### I. Использование некоторых методов Бремнера для отечественных почв

ДЬ. ВАРГА и И. ЛАТКОВИЧ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии А. Н. Венгрии, Будапешт

#### Резюме

Приводится описание аппаратуры для дистиллирования, которая может быть использована для дистилляции аммония с микросодержанием N—15, приготовленного по принципам Бремнера. Данные полученные этим методом приводятся с точностью 10—150 мг/кг содержания  $\text{NH}_4\text{-N}$ . Изучая на 10 различных почвах  $\text{K}_2\text{SO}_4$  — метод Бремнера для определения общего азота, а также экстракционно-дистилляционный метод определения  $\text{NH}_4\text{-N}$  в 2М KCl-вытяжке, показали, что оба метода на всех исследованных почвах за исключением 1—2-х случаев, дают хорошо воспроизводимые результаты. Содержание  $\text{NH}_4\text{-N}$ , экстрагируемого 2М KCl из воздушносухих и увлажненных образцов почвы было подобным только у трех почв, у остальных почв достоверно изменялось.

Табл. 1. Аппаратура для дистилляции и достоверность метода определения аммония по Бремнеру [1]. (1) Количество отмеренного  $\text{NH}_4\text{-N}$  в мг/кг.  $\mu$ . (2) Среднее значение данных измерения мг/кг X. (3) Рассеивание основных данных S. (4) Процентное рассеивание основных данных S%. (5) Ошибка средних величин  $S_x$ .

Табл. 2. Воспроизводимость  $\text{K}_2\text{SO}_4$ -метода Бремнера. (2) на различных почвах. (1) Название почвенных образцов. 1. Карбонатный песок. 2. Песчаная бурая лесная почва. 3. Песчаная бурая лесная почва. 4. Бурая лесная почва. 5. Бурая лесная почва. 6. Черноземно бурая лесная почва. 7. Луговой чернозем. 8. Солончаковый корковый луговой солонец. 9. Солончаковый солонец. 10. Осолоделый солонец. (2) Средняя величина данных измерений общего азота в мг на 100 гр почвы X. (3) Рассеивание основных данных S. (4) Процентно рассеивание основных данных S%. (5) Ошибка средних величин  $S_x$ .

Табл. 3. Воспроизводимость экстракционно-дистилляционного KCl-метода Бремнера (3) и влияние увлажнения на содержание аммонийного азота в почвах. (1) Номер почвенного образца. 1. Карбонатный песок. 2. Песчаная бурая лесная почва. 3. Песчаная бурая лесная почва. 4. Бурая лесная почва. 5. Бурая лесная почва. 6. Черноземно-бурая лесная почва. 7. Луговой чернозем. 8. Солончаковый луговой корковый солонец. 9. Солончаковый солонец. 10. Осолоделый солонец. (2) Средние величины данных измерений в мг/кг  $\text{NH}_4\text{-N}$  (3) Рассеивание основных данных. (4) Процентное рассеивание основных данных. (5) Ошибка средних величин. +Индекс 1 относится к воздушносухим почвам, индекс 2 к увлажненным почвам. (6) Dppm мг/кг. \*P = достоверная разница на уровне 5%. \*\*P = достоверная разница на уровне 1%. \*\*\*P = достоверная разница на уровне 0,1%.

Рис. 1. Установка для дистилляции аммония.